

のパターンについて一括形式で定めておいてもよい。

次に、これら貸出金額 $M_k$ のデータを用いて貸出先数 $N$ を算出した上で、各貸出先の貸出金額 $M_k$ と、格付変動による損失割合とに基づいて、各貸出先毎の債権価値の変動額 $M_{k,n}$ を算出する（ステップS41）。

次に、各貸出先の格付変化の確率  $p_{kh}$  と各貸出先毎の債権価値の変動額  $M_{kh}$  とを用いて数式（５）に示した特性関数  $\phi(t)$  を算出する（ステップＳ４２）。次に、この特性関数  $\phi(t)$  をフーリエ逆変換することにより、広義の貸倒金額  $L$  の確率分布  $f(L)$  が求まる（ステップＳ３）。そして、この確率分布をプリンタ等で出力する（ステップＳ４）。

以上のように、本実施形態に係る広義の貸倒金額の確率分布についての算出手法によれば、倒産に至らなくとも信用悪化により債権価値が減少するリスクも含めた信用リスク管理が可能になる。すなわち、図8に示したように、将来の一時点において、貸出先が倒産（格付「D」）に至っていなくとも、格付が「BBB」、「BB」、「B」に下がることにより債権価値が減少する。このような債権価値の減少は広い意味での貸倒損失であると考えることができる。本実施形態では、このような債権価値の減少をも考慮した広義の貸倒金額の確率分布を求めることができる。

〔第4実施形態〕

本発明の第4実施形態は、実損金額及び貸倒確率について複数のシナリオを用意して、これら複数のシナリオの平均をとることにより、貸倒金額の確率分布をより正確にもとめようとするものである。

ここで、実損金額とは、貸出先の貸出金額から、その貸出先について設定されている担保金額等を差し引いた金額である。つまり、 $\text{実損金額} = (\text{貸出先への貸出金額}) - (\text{担保金額等})$ で表現することができる。これは、貸出先が倒産したとしても、その貸出先について担保を設定しているような場合には、その担保価値分については貸出金を回収することができるので、その分を差し引いた金額が実損金額となるためである。

まず、一般式から説明すると、N個の貸出先  $k = 1, 2, \dots, N$  が存在し、倒産確率が  $p_k$  であり、貸出金額が  $M_k$  である確率を  $G(p_1, \dots, p_N, M_1, \dots, M$

$n$ ) とする。このとき、各貸出先の倒産確率  $p_1, \dots, p_n$  とし、貸出金額を  $M_1, \dots, M_n$  とした場合のフーリエ逆変換により求めた貸倒金額の確率分布を  $f(L, p_1, \dots, p_n, M_1, \dots, M_n)$  とする。このように倒産確率及び貸出金額がある確率にしたがって変動する場合の貸倒金額の確率分布は、

$$\sum f(L, p_1, \dots, p_N, M_1, \dots, M_N) G(p_1, \dots, p_N, M_1, \dots, M_N) \dots (6)$$

(ただし、和は全ての  $p_1, \dots, p_N, M_1, \dots, M_N$  の組み合わせについて取る)

となる。

あるいは、倒産確率及び貸出金額の変動の確率分布が連続の場合には、 $N$ 個の貸出先  $k = 1, 2, \dots, N$  が存在し、倒産確率が  $p_k$  であり、貸出金額が  $M_k$  である確率密度を  $g(p_1, \dots, p_N, M_1, \dots, M_N)$  とする。この場合、貸倒金額の確率分布は、

$$\int f(L, p_1, \dots, p_N, M_1, \dots, M_N) g(p_1, \dots, p_N, M_1, \dots, M_N) dp_1 \dots dp_N dM_1 \dots dM_N \quad \dots (7)$$

となる。つまり、数値積分をすることにより貸倒金額の確率分布が求まる。

次に、図10に基づいて、本実施形態に係る貸倒金額の確率分布を算出するための手法を、コンピュータで実施した場合の処理を説明する。この図10からわかるように、まず、各貸出先の貸出金額 $M_k$ と倒産確率 $p_k$ とを入力する（ステップS50）。続いて、これら貸出金額 $M_k$ と倒産確率 $p_k$ とのうちの少なくとも一方のデータを用いて貸出先数 $N$ を算出した上で、 $s_n$ 個分のシナリオを発生させ、各シナリオに基づく各貸出先の実損金額と倒産確率を生成する。つまり、第1～第 $s_n$ シナリオのそれぞれについて、各貸出先の実損金額と倒産確率とを生成す

る。

例えば、将来の担保価値の変動により、実損金額は変動することになる。また、将来の日本の経済状況により、倒産確率は変動することになる。これら  $s_n$  個分のシナリオに対する実損金額と倒産確率は、人が予測した値を入力してもよいし、コンピュータシミュレーションや関数により算出してもよい。

次に、各シナリオ毎に貸倒金額の確率分布を算出する。すなわち、まず第1シナリオに基づく各貸出先の第1実損金額と第1倒産確率と取り込んで（ステップS52（1））、これら第1実損金額と第1倒産確率とに基づいて特性関数を算出する（ステップS53（1））。続いて、この特性関数をフーリエ逆変換し（ステップS54（1））、第1確率分布を取得する（ステップS55（1））。

同様にして、第2シナリオによる第2確率分布を取得し（ステップS52（2）～ステップS55（2））、第3シナリオによる第3確率分布を取得し（ステップS52（3）～ステップS55（3））し、…第  $s_n$  シナリオによる第  $s_n$  確率分布を取得する（ステップS52（ $s_n$ ）～ステップS55（ $s_n$ ））。

これまでの処理で  $s_n$  個の確率分布が得られたことになるが、本実施形態では上述した数式（6）に基づいて、これら  $s_n$  個の確率分布の加重平均を求め（ステップS56）、この加重平均された確率分布をプリンタ等で出力する（ステップS47）。なお、図10の例では各シナリオを平均化した貸倒金額の確率分布を求めたが、 $s_n$  個分の貸倒金額の確率分布をそれぞれシナリオ毎にプリンタ等で出力し、その出力結果を人間が解析するようにすることも可能である。また、上述した数式（7）に基づけば、ステップS56で数値積分をすることにより、各シナリオの平均を求めることになる。

次に、ステップS51において、関数に基づいて複数のシナリオを発生させる手法について説明する。本実施形態では、各貸出先のそれぞれの倒産確率をある関数に基づいて複数発生させる。したがって、貸出金額については各貸出先毎に固定であってもよいし、人がシナリオ毎に想定したデータを入力してもよい。

（マルチファクターモデル）

まず、マルチファクターモデルについて説明する。Norm（）を標準正規分

布の累積確率関数とする。いま  $R$  個の確率変数  $u_1, u_2, \dots, u_R$  が存在し、 $R$  次元正規分布にしたがうものとし、その確率密度関数を  $f_R()$  とする。貸出先の数を  $N$  とし、各貸出先  $k = 1, \dots, N$  についてその状態を示す確率変数  $y_k$  が存在し、この確率変数が、

$$y_k = \sum_{r=1}^R a_{kr} u_r + \varepsilon_k \quad \dots (8)$$

で表されるものとする。但し、 $a_{kr}$  は定数であり、 $\varepsilon_k$  は標準正規分布にしたがう確率変数  $u_1, u_2, \dots, u_R$  とは独立な確率変数であり、各  $\varepsilon_k$  は互いに独立である。さらに、定数  $Y_k$  が存在し、 $y_k < Y_k$  のとき、貸出先  $k$  は倒産するものとする。

このとき、貸出先  $k$  が倒産すること、すなわち、

$$y_k < Y_k,$$

$$\varepsilon_k < Y_k - \sum_{r=1}^R a_{kr} u_r,$$

はそれぞれ同値であり、貸出先  $k$  の倒産、非倒産は確率変数  $u_1, u_2, \dots, u_R$  を固定した状況では、確率変数  $\varepsilon_k$  のみで決まる。

確率変数  $\varepsilon_k$  は互いに独立であるため、確率変数  $u_1, u_2, \dots, u_R$  を固定した状況では、貸出先  $k$  の倒産、非倒産は互いに独立となる。また、その場合の貸出先  $k$  の倒産確率は、

$$\text{Norm} \left( Y_k - \sum_{r=1}^R a_{kr} u_r \right) \quad \dots (9)$$